

İŞLETME TOPRAKLAMASI R_o İLE KORUMA TOPRAKLAMASI R_k ARASINDAKİ MESAFE

Kemal ÜÇLEROĞLU
Koruma Uzmanı-SEGEM

Sosyal ve teknolojik gelişmeler istikametinde, kamu ve özel sektör sanayi kuruluşlarında görevli teknik personelin bilgi ve becerisini artırarak meslek içi ve danışmanlık olmak üzere, çalışmalarını iki ayrı dalda sürdüren Sınai Eğitim ve Geliştirme Merkezi (SEGEM) müessesesinde, konusu "Elektrik Tesislerinde Koruma" olan eğitim programlarında, konuşmacı ve programı yürüten kişi olarak görevliyim.

Bu arada 1978 yılından günümüze kadar geçen zaman dilimi içinde çeşitli illerimizi dolması, dolaştığım bu illerdeki çeşitli tesisleri incelemek olanağını buldum.

Yaptığım incelemeler maalesef pek iç açıcı değildi. Bundan böyle bu anılan konuyu enine boyuna ele almak istiyor ve sorumlu kişilerden bunun pratiğe oturtulmasını özellikle rica ediyorum.

Çok geniş bir sahayı kapladığından, can ve mal güvenliği yönünden de büyük bir önem arzettiğinden önce "Toprak"ı bir inceleyelim.

Topraklayıcılar yani elektrotlar arasındaki arazi toprağından bir kısa devre akımı akacaktır. Öyleyse bu anılan akımı bir topraklayıcıdan diğerine ileten yani aktaran toprağıın özellikleri ne olmalıdır? Cevap şu şekildedir: Toprak özgül (geçirgenlik) direnci üç halde akım akışına değişiklik gösterir, bu değişiklik kendini, toprağıın NEM, TUZ ve ISI yani sıcaklık durumuna göre ayarlar,

Topraklayıcıları (hangi cins topraklayıcı olursa olsun) toprağıa yerleştirirken bu üç asası gözönüne almak şarttır.

Şimdi bunlara kısaca ayrı ayrı değinmek istiyoruz.

NEM: Toprağıın iletkenliği esas olarak nem oranına bağlıdır. Mevsim koşullarının, toprağıın yüzeysel katmanlarının özgül direnci üzerindeki etkisi, ortalama 1-2 m düzeydeki bir derinliğe kadar duyulur. Bir metre derinlikteki toprakta (nemli) kış ile (kuru) yaz arasındaki değişme 3 (bazen daha da fazla) düzeyinde olabilir. Şüphesiz ki bu etki kendini küçük topraklayıcılarda daha fazla belli eder. Ayrıca nem; topraklayıcıdan toprağıa olan geçiş direncini de bir hayli aşağı bastırır, yani en

aza indirir. Bunun içindir ki; hem geçiş (R_g) direnci hem de yayılma (R_y) direnci yönünden topraklayıcılar derine indirilmek zorundadırlar. Kuru bir toprağıın bir ızalâtörgibi yalıtkan olduğu malûmumuzdur. Demek ki sıhhatli bir topraklama tesisi için topraklayıcıların derinliğe yerleştirilmeleri zorunluluğu böylece tanımlanmış oluyor. Öte yandan bizim nem durumuna göre hareket etmemiz mümkündür.

ISI: Yüzeysel toprak tabakasının, özgül direnci, ısı durumuna göre değişir. Mesela DON, toprağıın özgül direncini birkaç bin ohm-metre'ye kadar çıkarabilir. Bunun yanında ısı; toprağı iletmez hale sokar, öyleyse bu iki durum hesaba konulmalı ve buna göre topraklayıcılar toprağıa yerleştirilmelidir.

Toprağıın tane durumu da; toprağıın nem tutuculuğunu ya da topraklayıcılarla toprağıın temasını etkileyecek önemli bir rol oynar, öyleyse bunu da gözönünde bulundurmalıdır.

TUZ: Tuz, hiç şüphesiz ki çok iyi bir iletkenidir. Bu nedenle geçiş direncini en aza indirir dolayısıyla çok iyidir. Ama topraklayıcıları hemen korozyona götüreceğinden kullanılması çok sakıncalıdır. Hele hele topraklayıcıların etrafına tuz dökmek teknik bir cinayettir)

TOPRAĞIN ÖZGÜL DİRENCİ

Topraklayıcılardan hangisi olursa olsun, hepsinin hesabında toprak özgül direnci (ρ) hesaba mutlaka girer ve topraklayıcı direnci buna göre hesaplanır.

Ayrıca konumuz olan "topraklayıcılar arasındaki mesafe" de özgül dirence göre değişeceğinden bunun üzerinde biraz durmamız gerekir.

Önce toprağıı elektrikte en çok kullanılan bakır ile karşılaştıralım.

Bakırın özgül direnci: $\rho_{\&j} = 0,0175 \text{ Ohm.mm}^2/\text{m}$ dir.

Toprağın özgül direnci: ρ_t - 108 Ohm.mm²/m dir.

Toprağı hiçbir zaan 1 mm² kesitinde ve 1 m boyunda bir şekle getirip ölçemeyeceğimize göre yukardaki birimleri Ohm-metreye dönüştürmek gerekir.

$\rho_{cu} - 0.0175.10^{-6}$ Ohm.m²/m = 0,00175ACT⁶ Ohm.m ölçür.

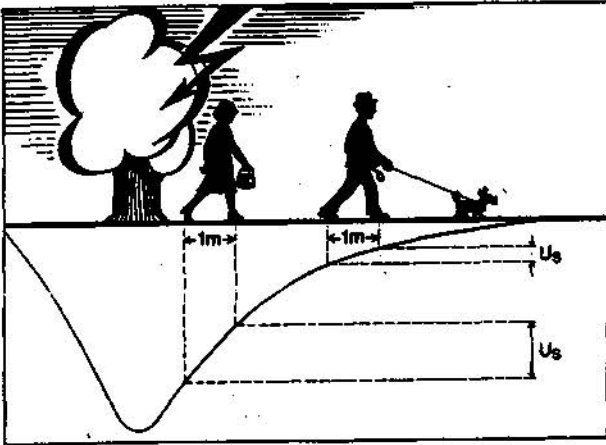
$\rho_t - 10^8$ Ohm.m²/m - 100 Ohm.m bulunur.

İşte "İdeal toprak" dediğimiz toprak; özgül direnci 100 Ohm.m olan topraktır. Yani bakıra göre özgül direncini bulduğumuz topraktır.

Toprak özgül direnci, her ne kadar ampermetre ve voltmetre ile ölçülebilirse de; bunlarla yapılan ölçü hatalı olur. Çünkü ampermetre ve voltmetre toprakta mevcut olan kapasitif akıma karşı bir süzme tertibatına sahip değildir. Öyleyse bu ölçüyü süzme tertibine sahip MEGGER ile yapmak doğru olur. Yalnız bu arada şunu da belirtmek gerekir ki, eğer arazi fazlaca bir kapasitif akıma sahipse Megger bile ölçüyü tam yapamaz. Bunun içindir" ki ölçülerde çok dikkatli olmak gerekmektedir.

REFERANS TOPRAĞI

Topraklayıcıyı toprağa yerleştirmemizin sebebi; gövdeye (şaseye) olan bir faz hattının kaçığında, temasında yani kısa devrede bu anılan kısa devre akımının; topraklayıcı, toprak ve işletme topraklaması (R_0) yoluyla yıldız noktasını bulması ve böylece topraklama vasıtasıyla koruyucu açma elemanlarına (sigorta, otomatlar, röleler gibi) açma emrinin verilmesidir ve böylece can ve mal güvenliği de sağlanmış olunmaktadır. Görülmektedir ki; topraklayıcıdan ve topraktan bir kısa devre akımı akıtılmaktadır. Kısa devre akımının nominal akımın (18-22) misli olduğu bilinmektedir, öyleyse bu şiddetdeki bir akımı yani kısa devre akımını, topraklayıcı ve her iki (R_0 ve R_k) topraklayıcılar arasında özellikle adım gerilimini zararsız duruma getirmek lazımdır. İşte konumuz da budur.



Şekil 1: Yıldırım düşen ve toprağa deşarj olan yerden itibaren canlılardaki adım gerilimi U_a .

Gerilim bulunmayan toprağa, nötrüel toprak, gerilimsiz toprak veya referans toprağı denilir.

Topraklamalı tesislerde; topraklama gerilimi teriminden topraklayıcının gerilimi anlaşılır. Bunu başka türlü ifade edersek, topraklama gerilimi; referans toprak ile esas topraklayıcı arasındaki gerilimin toplamıdır.

Referans (nötrüel, gerilimsiz) toprağın ölçümüne geçmeden önce akımların (meselâ yıldırım akımının) oluşturduğu adım gerilimini bir görelim.

Bu olay bizi tatlı bir nasihata çağırılmaktadır ve söyleyeceğini de peşin söylemektedir. Anlatalım: Yıldırım düşüş yerinden uzaklaştıkça adım gerilimi azalmaktadır ve hattâ yok olmaktadır, öyleyse ne yapıp yapıp kısa devre mahallinden uzakta olmak gerekmektedir. Köpek (burada bir nevi topraklayıcı olan ağaçtan) bir hayli uzaktadır dolayısıyla onda adım gerilimi hiç yoktur.

Köpeğin ipini elinde tutan ve köpekten sonra yürüyen adamın adım gerilimi vardır ama en arkada sendeleyerek gelen hanımın adım geriliminden oldukça azdır. Eğer başka türlü sböylesek şunu ifade ederiz ki ateşten ne kadar uzakta durursak o kadar zararsız oluruz.

Topraklayıcı da gerek koruma, gerek işletme ve gerekse parafudr (paratoner) topraklayıcısı olsun üzerlerinde bir kısa devre akımı taşıdıklarına göre, bunu zararsız hale getirmek gerekir. Alman VDE'si bunu ölçü yoluyla saptamıştır. Sekile girmeden önce hemen şunu belirtelim ki; Almanya'da yarı küre topraklayıcı (bunlar toprakta düzenli bir gerilim ve akım dağılımı yaptıklarından) çok kullanıldığından deneyde de iki adet yarı küre topraklayıcı kullanılmıştır.

İdeal bir toprakta yapılan deneyde, görüyoruz ki; ana topraklayıcıdan 20 m uzaklıktaki toprakta artık gerilim yoktur veya çok azdır. İşte gerilim olmayan bu yere "Referans toprağı" denilir ve burada (az da olsa) tehlikeli adım gerilimi söz konusu olmaz.

Ana topraklayıcının hemen yanında işletme geriliminin en çoğu dururken, topraklayıcıdan uzaklaştıkça gerilim sıfıra doğru gitmekte ve 20 m'de (ideal toprakta) zararsız hal almaktadır.

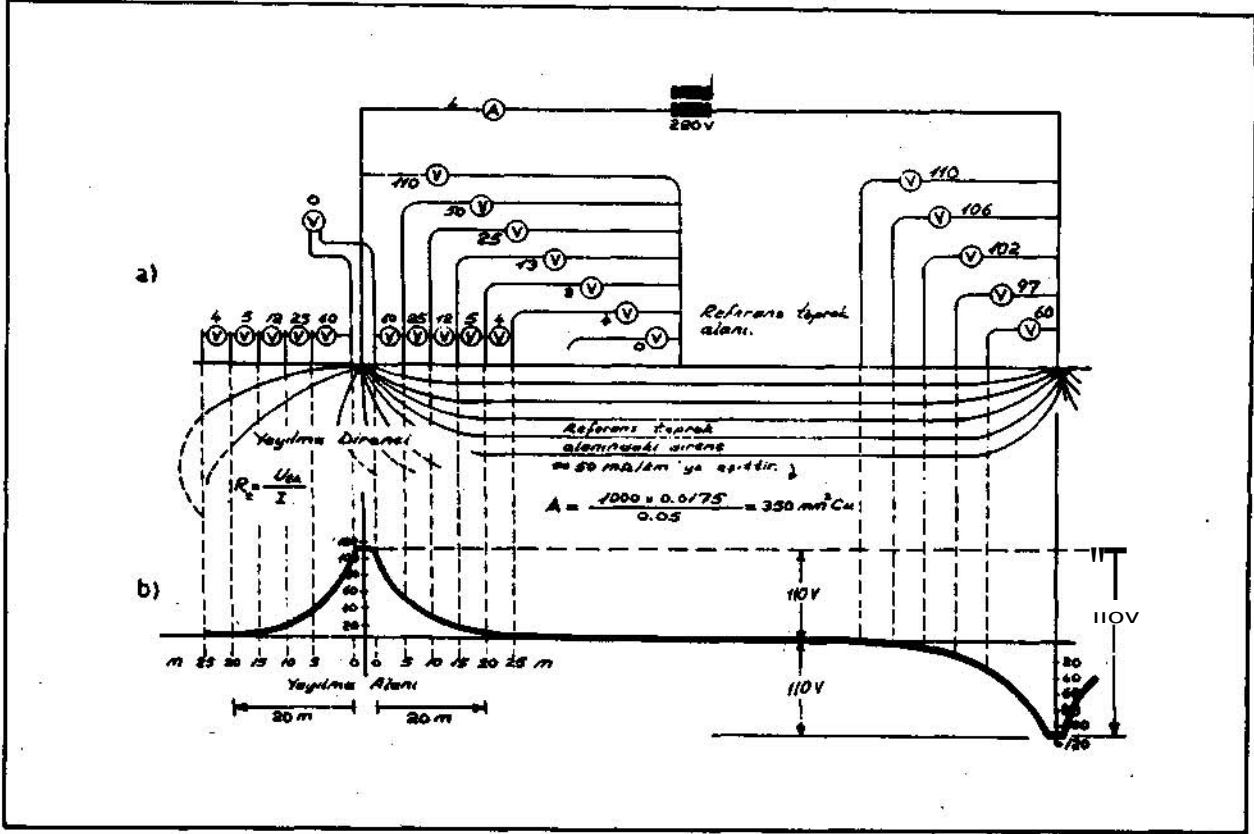
Şimdi aynı olayı, çok kullanılan ve "yüzeysel topraklayıcı" denilen şerit topraklayıcı da inceleyelim ve buna dört kollu yıldız topraklayıcı da ilâve edelim.

Burada da topraklayıcı yakınında gerilim en büyük değerindedir ve topraklayıcıdan uzaklaştıkça gerilim azalmakta ve nihayet (ideal toprakta) 20 m sonra sıfır olmaktadır.

REFERANS TOPRAĞIN ÖLÇÜ İLE TESBİTİ

Ölçüyü elimizde bulundurduğumuz MEGGER ölçü cihazı ile yapalım. Manyetolu olan bu aletin bağlantı durumu mşekilde belirtilmiştir.

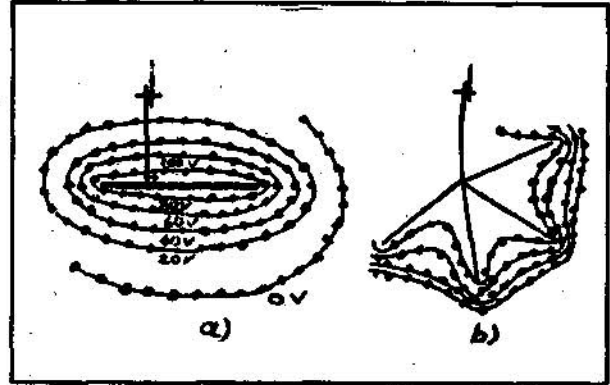
Ölçüde şöyle bir sıra takip edilir: Önce yıldız noktasından çıkıp işletme topraklamasına inen hat bağlantı klemesinden ayrılır ve elektrot (topraklayıcı) tarafı Megger'e bağlanır. İkinci bir topraklayıcı olarak



Şekil 2: a) Yardımcı (sağ tarafta) ve esas topraklayıcıdan olmak üzere, bu iki topraklayıcıda ve ayrıca referans toprağındaki akım dağılımı ve topraklayıcıdan olan uzaklıklara göre gerilim ölçüsü, b) ölçülen gerilim diyagramı.

kullanılan ve korumayı temin edecek olan koruma topraklaması R_k toprağına şu şekilde indirilir: Eğer önce anılan işletme topraklaması bir levha ise ve R_k 'nin de levha olması isteniyorsa o zaman iki levhanın birbirine geniş yüzeyli olarak paralel durması şarttır ve ayrıca her ikisinin aynı derinlikte olması zorunludur. Boru, kazık, küre veya yarı kürede paralellik zaten kendiliğinden olduğundan sadece derinlik işletme ile aynı tutulur. Bu şartlar doğrultusunda herhangi bir yerde R_k toprağına yerleştirilir. R_0 ile R_k mesafelerinin (şekilde de görüldüğü gibi) ortasına R_0 sonda yani araştırmacı yerleştirilir ve şimdi Megger'de bir (direnç) değeri okunur ve yazılır. Sonra yerinden kaldırılır mesela bir metre sağa veya sola tekrar aynı derinlikte toprağına yerleştirilir. Ve ölçüye geçilir. Demin yazılan (direnç) değeri aynı kalmışsa şu anlaşılır ki; hâlâ referans toprağı içindeyiz yani gerilimsiz toprakta'yız. İşte böyle sondayı R_0 'ra doğru adım adım götürürüz ve bir yere geliriz ki artık ilk yazılan değer Megger'de okunmamaktadır yani değer değişmiştir. İşte değerlerin değişikliğe uğradığı yer ikinci topraklayıcının toprağına yerleştirileceği yerdir.

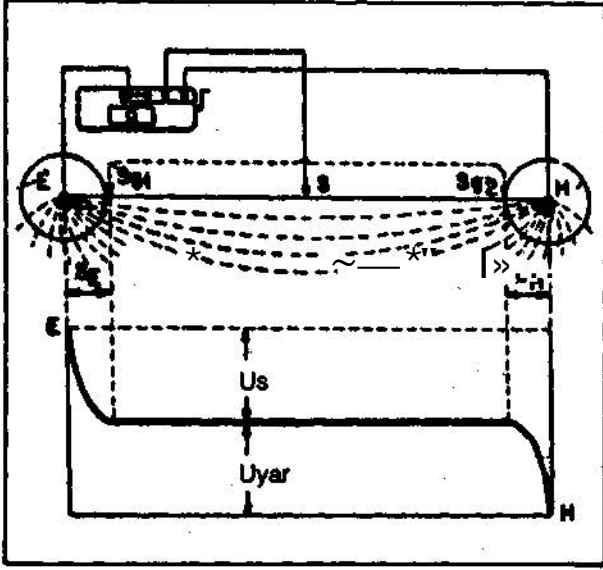
Sondayı meselâ R_0 'ra doğru götürmüşseniz Megger (-) dalgayı ve R_k yanında da (+) akım dalgasını gösterir.



Şekil 3: Şerit tipi topraklayıcılarda eş potansiyelli çizgi. a) Yatay vaziyette şerit topraklayıcı, b) Dört kollu yıldız topraklayıcı.

Öyleyse sinüsoydal bir akımla ölçüye gidildiğinden bu akım aynı zamanda ölçü cihazı Megger'de de okunmaktadır.

İki yönden, ideal toprakta, iki topraklayıcı arasındaki mesafeyi 20 m. almak zorundasınız. Bunlardan birincisi; adım gerilimini tehlikesiz duruma getirmek için, ikincisi de; yayılma direncini küçültmek içindir.



Şekil 4: Toprakta gerilim dağılımı.

Yalnız şuna dikkat edelim ki; her defasında ideal toprak yani özgül direnci 100 Ohm-metre olan toprakta 20 m şartı aranmaktadır. Diyelim ki kumlu bir arazidesiniz ve buranın özgül direnci 1000 Ohm-metre civarındadır. Şimdi 20 m gerekmez veya tuz ihtiva eden bir zemindesiniz. Buranın özgül direnci 10 Ohm-metredir. Burda da 20 m gerekmez, bunu da çok uzaklara götürmek gerekir. Pekiyi kaç mı? Bu sorunun gerek kumlu gerek tuzlu (ve gerekse diğer arazilerin hepsinde) kaç metre olacağına cevabını hiç şüphe yoktur ki ölçü verir: İnsanlar samimi olmalıdır. Tarafımızdan hazırlanan ve SEGEM adına yayınlanan "Alçak Gerilim Elektrik Tesislerinde Koruma" kitabının III. baskısının fiyatı Samsun sigarasının fiyatında olup 500,-TL'dir. ölçüler ayrı ayrı verilmiş olup, anılan kitap SEGEM'den (Meşrutiyet Cad. No. 7) temin edilebilir.

Yaptığımız eğitimlerde (1979'dan beri) şu soruyla karşılaştık: Deniliyor ki; transformatörün işletme topraklaması R_0 , zaten uzak bir yerde durmaktadır, öyleyse tesis içindeki forunulacak elemanlar, oraya bir hayli uzaktır yani 20 m'den çok çok fazladır. Arkadaşlar burada şiddetli bir yanığı içindedirler. Bunun cevabı iki şekilde verilir.

1. Bir transformatörde iki adet topraklayıcı vardır. Birincisi işletme topraklaması R_0 'dır ve diğeri de transformatör gövdesini korumaya alan koruma topraklaması R_k 'dir. Bu ikisinin ideal toprakta 20 m aralıklı olması şarttır. Ayrıca böyle tesisler vardır ki, transformatör tesisin hemen yanında bulunur. Bu halde de 20 mVi düşünmek zorundasınız.

2. Aşağıdaki şekilde de tanımlandığı gibi yıldız noktasını yani nötrü sadece yıldızdan topraklama yeterli değildir. Diyelim ki, yıldızdan topraklayıcıya indirilen işletme topraklaması hattı (iletkeni, nakili) koparsa ya da bağlantı yerinde bir gevşeme olursa o zaman koruma

devreden çıkmıştı, can ve mal güvenliği kalmamıştır. Bunu önlemek için tek bir yol vardır, o da şudur: Nötr iletkeninin birkaç yerden daha topraklanmasıdır. Bu, iki önemli rol oynar. Hem kopmaya karşı pn etkin bir önlemdir, hem de yayılma direnci olan F_L 'nin; yönetmelikte belirtilen -alçak gerilim tesislerinde R_y s 2 Ohm'dur- direnç değerine bağlı kalmasını temin eder.

Şekillere geçmeden önce bir öneride daha bulunmak istiyoruz. Eğertesis işletmeye açılmış, çalışır durumda ise ve bu arada aklımız başımıza gelmiş ve nötrü topraklama gereği anlaşılmışsa o zaman da bu işletme topraklamasının koruma topraklamasından ideal toprakta 20 m uzaklıkta olması gerekir.

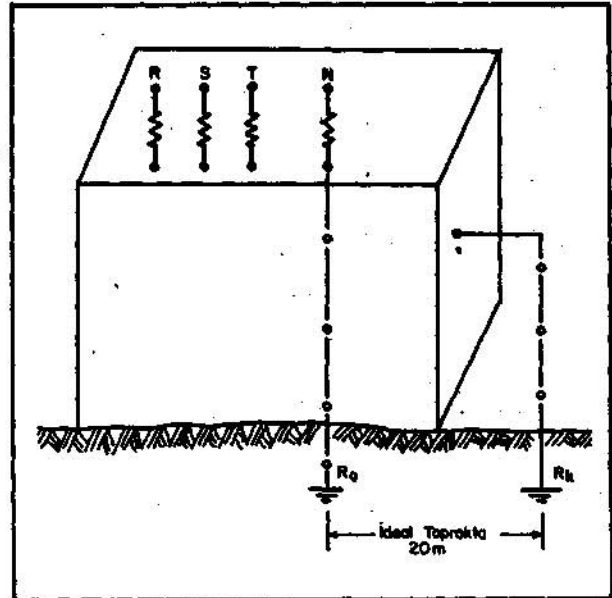
Öte yandan korumanın korumaya ya da işletmenin işletmeye mesafeleri ne olursa olsun, önemli değildir.

Eğer koşullar uygun olmaz da ideal toprakta 20 m'yi gerçekleştiremezsek o zaman adım gerilimine karşı alınması gereken bir yol vardır. Ö da; topraklayıcıların üzerlerinin ve iki topraklayıcı arasının; ziftli bir lastikle, iri taşlarla kaplanmasıdır. Nihayet anılan hususu TEK'in açık hava saıt bağlama yerlerinde görmekteyiz. Hattâ buralar; çocukların ve de hnayvanların girmesini önlemek için çitlerle çevrilir. Çünkü her iki varlıkta yani çocuk ve hayvan adım gerilimine karşı duyarlıdır ve hemen etkilenirler. Elbette çitler de topraklanır.

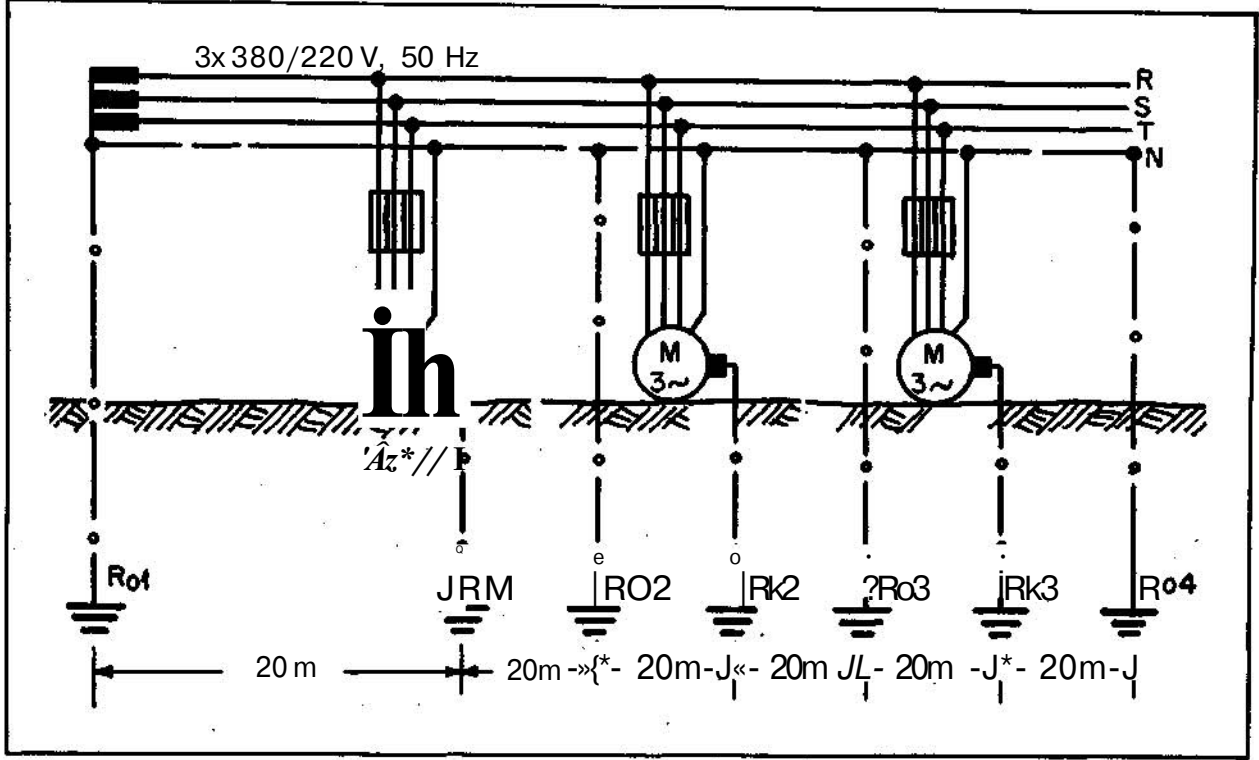
Çok önemli bir notum daha var:

Levha topraklayıcılar; birbirlerine genişlemesine yüzeyel paralel konulmadığından bunların kullanılması, direnç çok büyüyeceğinden, sakıncalıdır.

Şimdiye dek yaptığım eğitimlerin uygulamasında iki levha topraklayıcıyı (ki bunlardan birisi R_0 diğeri R_k dir)



Şekil 5: Bir transformatörün işletme topraklaması ile koruma topraklaması arasında ideal toprakta 20m'esafe.



Şekil 6: Bir tesiste koruma topraklaması ile işletme topraklar(ta)ları arasındaki mesafe. (Şüphesiz ki bu 20 m'lik mesafe, yalnız ideal toprak içindir).

birbirlerine paralelliği bozmak suretiyle direnç ölçümüne gitmedim. Benim de aklım başıma şimdi geldi. Bunun için burada eğitimlere giren her iştirakçimden ayrı ayrı özür dilemek istiyorum. Hemen şunu da belirteyim ki; bundan sonraki eğitimlerde artık bunu yapacağıma söz veriyorum.

Koruma ile ilgili yazılarımı yayınlmayan odamızın Yayın Kurulu'na huzurunuzda teşekkür ve şükranlarımı

sunarım. İki levha topraklayıcının birbirlerine paralel ve paralelliklerinin açılma bozulması neticesinde elde edilen direnç değerlerini deneysel bir biçimde yapıp ve bunun sorumluluğunu da üstlenerek deney sonuçlarını, yakın tarihte odamızın Yayın Kurulu'na sunacağımı burada arz etmek istiyorum. Vê Almanya'nın levha topraklayıcıları artık neden kullanmadığını da böylece deneysel olarak anlatmış olacağım.

YAZI GÖNDERMEK İSTEYENLERE DUYURULAR

Gelecek sayıdan başlayarak; basılacak özgün makalelerle birlikte, makalenin (yazının veya bildirinin) İngilizce özeti, yazar(lar)m kısa özgeçmiş, çalıştığı kurum unvan ve adresleri basılacaktır. Yazı göndermek isteyen kişilerin yazılarıyla birlikte bahsedilen bilgileri ve bir adet vesikalık fotoğraf, göndermelerini istiyoruz.



389 sicil nolu üyemiz ORHAN YALVAÇ'ı kaybettik. Arkadaşımızın ailesine, Odamız topluluğuna ve dostlarına başsağlığı dileriz.